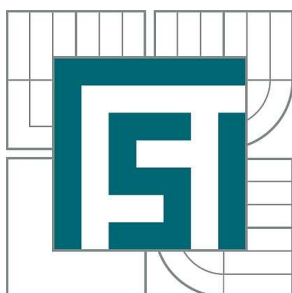


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL
ENGINEERING

REÁLNÝ POTENCIÁL OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE V ČESKÉ REPUBLICE

REAL POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAN TOFEL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VÍTĚZSLAV MÁŠA, Ph.D.

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav procesního a ekologického inženýrství

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Tofel

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Reálný potenciál obnovitelných zdrojů energie v České republice

v anglickém jazyce:

Real potential of renewable energy sources in Czech republic

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Přínosem práce bude zhodnocení reálné využitelnosti jednotlivých obnovitelných zdrojů energie (OZE) v České republice. Mezi kandidáty pro další rozvoj lze v ČR zařadit energii slunečního záření, větru, vody a také energetické využívání biomasy. Bakalářská práce odpoví na otázku, kterým obnovitelným zdrojům má smysl do budoucna věnovat zvýšenou pozornost.

Cíle bakalářské práce:

Popis základních charakteristik jednotlivých obnovitelných zdrojů energie v současnosti používaných v ČR. Představení jejich potenciálu pro krytí energetických potřeb v prostředí ČR na základě odborných publikací, statistik a zahraničních zkušeností.

Seznam odborné literatury:

S

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vítězslav Máša, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 18.11.2010

L.S.

prof. Ing. Petr Stehlík, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Abstrakt

Cílem předkládané bakalářské práce je představit základní charakteristiky jednotlivých obnovitelných zdrojů energie a posoudit jejich potenciál pro další využití v podmínkách České republiky. Na základě nastudování literárních pramenů, statistik, zahraničních zkušeností a konzultací s odborníky je zhodnoceno, kterým z těchto zdrojů se má v podmínkách České republiky smysl věnovat nebo popřípadě jakým způsobem zajistit jejich efektivnější využití. V jednotlivých kapitolách se práce podrobněji věnuje charakteristikám daného zdroje obnovitelné energie a v závěrečných kapitolách je provedeno hodnocení z ekonomického a ekologického hlediska.

Klíčová slova

obnovitelné zdroje energie, fotovoltaická elektrárna, biomasa, vodní elektrárna, větrná elektrárna, uhlíková stopa, koeficient ročního využití

Abstract

The aim of this thesis is to present the basic characteristics of renewable energy sources and assess their potential for further use in the Czech Republic. Based on studying literature, statistics, foreign experience and consultation with experts is reviewed which of these resources in the Czech Republic give meaning or how to ensure their effective use. The individual chapters of the thesis describe in detail the characteristics of renewable energy and in the final chapter are reviewed economic and environmental terms.

Keywords

renewable energy, photovoltaic power, biomass, hydro power, wind power, carbon footprint, annual utilization rate

Bibliografická citace

TOFEL, J. Reálný potenciál obnovitelných zdrojů energie v České republice. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 32 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Vítězslav Máša, Ph.D.

Prohlášení

Tímto prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně na základě uvedené literatury a zdrojů.

V Brně dne 21. května 2011

Poděkování

Děkuji tímto za mnoho cenných připomínek při vedení mé bakalářské práce Ing. Vítězslavu Mášovi, Ph.D. Také bych chtěl poděkovat svým rodičům za podporu při studiu vysoké školy.

Obsah

1	ÚVOD	8
2	VYUŽÍVÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ V ČESKÉ REPUBLICE.....	9
3	DRUHY OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE	11
3.1	Fotovoltaické elektrárny	12
3.2	Biomasa a výroba energie z biomasy	14
3.2.1	Pevná biomasa.....	16
3.2.2	Biopaliva	17
3.2.3	Bioplynové stanice	18
3.3	Větrná energie a větrné elektrárny	20
3.4	Vodní energie a vodní elektrárny.....	22
3.4.1	Energie vodních toků	22
3.4.2	Energetický potenciál vodního spádu.....	23
3.4.3	Princip fungování vodních elektráren a jejich dělení	24
3.4.4	Přečerpávací elektrárna	24
3.4.5	Výhody a nevýhody vodních elektráren a jejich vliv na životní prostředí.....	25
4	METODY HODNOCENÍ POTENCIÁLU OBNOVITELÝCH ZROJŮ ENERGIE	27
4.1	Koeficient ročního využití	27
4.2	Uhlíková stopa	27
4.3	Ekonomické hodnocení.....	28
5	ZÁVĚR.....	30
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	31

1 ÚVOD

Spotřeba energie neustále stoupá a dochází k rychlému vyčerpávání zásob fosilních paliv. Lidé proto hledají nové zdroje energie, které by byly obnovitelné a ekologické při zpracování. Ne všechny tyto zdroje lze však využívat v geografických podmínkách České republiky (ČR). V našich podmínkách představují různé jak přímé tak i nepřímé podoby slunečního záření. V současnosti jsou tak na našem území provozována zařízení získávající energii z biomasy, přímého slunečního záření, vody a větru. V roce 2010 pokryly zhruba 7,6% spotřeby energie. [7]

Pádým důvodem pro rozvoj obnovitelných zdrojů energie (OZE) je zejména to, že česká energetika je téměř zcela závislá na dovozech primárních paliv jako je ropa a zemní plyn, a současně, v případě nedostatku elektřiny, nemá prakticky možnost vnější dodávky. Navíc spotřeba energie každým rokem pravidelně roste. Závislost na ruském plynu se již nepříjemně projevila v zimě roku 2009 tzv. plynovou krizí. Většina okolních zemí nemá dostatek energie ani pro své ekonomiky a musí ji dovážet. Nejbližším hrubým vývozcem elektřiny na západ od našich hranic je Francie, která vyrábí až 85 % elektřiny v jaderných elektrárnách. Do ČR se dováží asi 48% primárních energetických zdrojů, současně jsou však energie a tuhá paliva vyváženy. Situaci ovlivňuje také vývoj ceny ropy, jejíž pokles zřejmě do budoucna nelze očekávat. Náklady na technologie vyrábějící energii z OZE se nejspíše zvyšovat nebudou, cenu energie by bylo možno odhadnout na mnoho let dopředu. Výjimkou je biomasa, kde je tržní cena vstupní suroviny závislá na cenách ostatních paliv.

V jednotlivých kapitolách této práce jsou popsány technologie a způsoby výroby jak elektrické tak tepelné energie (biomasa a solární kolektory). Snahou je objektivně pojmenovat jak klady, tak i zápory každého z nich týkající se ekologického a ekonomického hlediska. Pro ekologické hodnocení je využito porovnání pomocí *uhlíkové stopy* a ekonomické faktory zohledňuje porovnání investičních a provozních nákladů. Zajímavým ukazatelem je také *koeficient ročního využití*, který porovnává množství skutečně vyrobené energie s maximálním možným. Především však nelze zapomínat právě na reálný potenciál daný geografickými podmínkami, dosavadní strukturou výroby energie a možnostmi elektrizační sítě v České republice. Důležitým faktorem, který ovlivňuje rozvoj OZE, jsou závazky vůči Evropské unii. Ty musela ČR zapracovat do svého Návrhu státní energetické koncepce. Proto jsou zde tyto cíle a předpoklady uvedeny a porovnávány se stavem, který skutečně nastal.

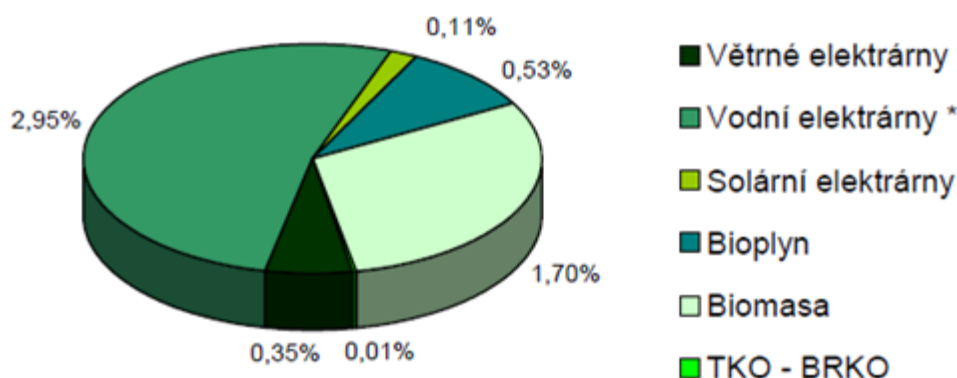
2 VYUŽÍVÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ V ČESKÉ REPUBLICE

Česká republika se jako členský stát Evropské unie zavázala ke zvýšení výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Stanovení potenciálu obnovitelných zdrojů energie, reálně dosažitelný podíl, formy a výše podpory byly v letech 2003 až 2004 významným tématem při projednávání Státní energetické koncepce. V roce 2007 byla vydána její aktualizace. Byl přijat zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Zákonem byly vytvořeny stabilní podmínky pro podnikatelské rozhodování tím, že zákon definuje systém podpory formou pevných výkupních cen, případně příplatků k tržním cenám elektřiny. Zároveň garantuje výši výnosů z jednotky vyrobené elektřiny po dobu 15 let. Tato opatření způsobila mírný nárůst cen energií a zvedla tak vlnu nevole mířenou na OZE jako celek.

Tab. 1: Předpoklady podílu OZE na výrobě elektřiny [3]

Podíly na výrobě elektřiny	Stav v roce 2000	2005	2030
Tuhá paliva:	70,50%	55,50%	36,80%
Hnědé uhlí	58,40%	48,90%	31,90%
Černé uhlí	12,10%	6,60%	4,90%
Plynná paliva:	6,40%	4,70%	7,20%
Kapalná paliva:	2,20%	1,10%	0,40%
Jaderné palivo:	18,40%	33,30%	38,60%
Obnovitelné zdroje:	2,30%	5,30%	16,90%

Graf. 1: Podíl jednotlivých OZE na výrobě elektřiny v ČR v roce 2009 (vodní elektrárny bez přečerpávacích)[5]



V tabulce 1 je odhadovaný procentuální podíl jednotlivých zdrojů energie a následující tabulka 2 uvádí předpoklady spotřeby elektrické energie a podíly na jejím pokrytí ze všech zdrojů. V grafu 1 je stav OZE v roce 2009. Již dnes je však známo, že odhady ne zcela korespondují se současným stavem a na konkrétních případech lze pozorovat někdy až nekontrolovaný a nekonceptní vývoj. To se týká zejména oblasti fotovoltaických elektráren, které jsou v této oblasti momentálně středem pozornosti. Uvědomil si to také stát, který reagoval uvalením daně na zisky provozovatelů a zastavením připojování dalších nových zařízení od ledna 2011. Bohužel se to týká také fotovoltaických solárních panelů na střechách rodinných domů, které pro rozvodnou síť nepředstavují zátěž. U ostatních OZE není tak masivní nárůst instalovaného výkonu patrný a v případě vodních elektráren lze mluvit pouze o obnově a modernizaci stávajících zařízení.

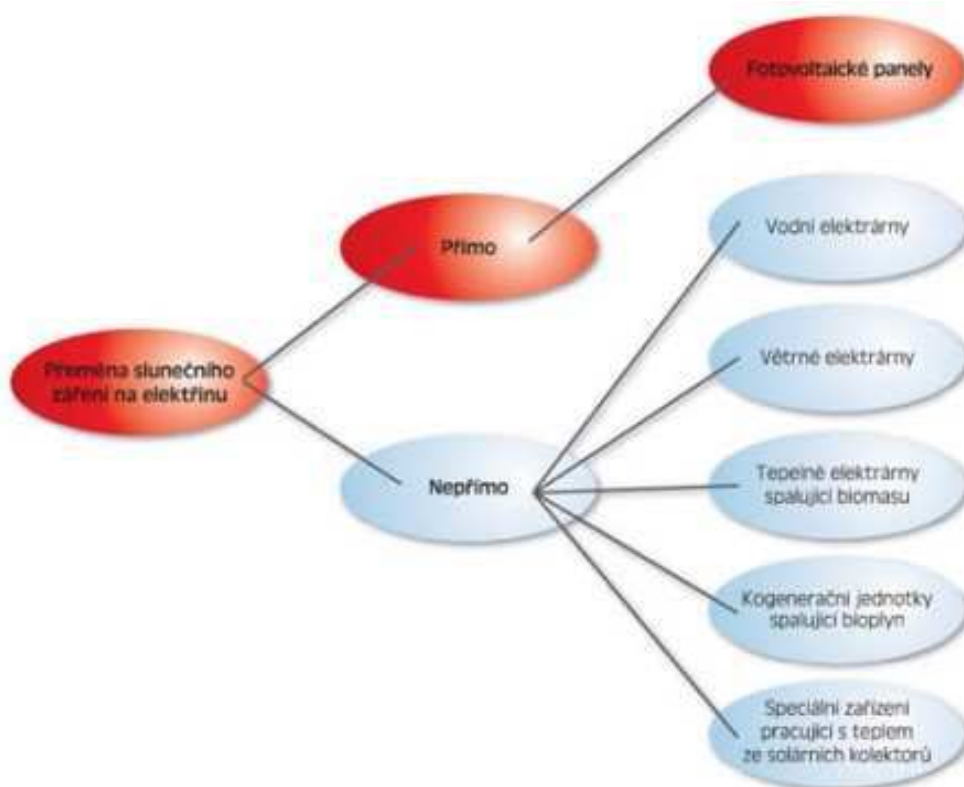
Tab. 2: *Pravděpodobná výše výroby elektřiny [3]*

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Celkem (TWh)	73,73	78,20	82,37	80,85	84,95	87,49	89,17

3 DRUHY OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Primárním zdrojem energie pro naši planetu je slunce. Produkuje energii v nepředstavitelném množství. Země získává teplo ze slunce mechanismem radiace. Výkon tohoto zdroje vztaženo na 1 m² na hranici atmosféry země je 1,35 kW. Sluneční energie je považována za obnovitelný zdroj energie, ale pravdou je, že slunce má svou životnost a i ono svůj energetický potenciál jednou vyčerpá. Vědecké odhady hovoří o době 5-7 miliard let dalšího slunečního svitu. Sluneční energii je tedy bezpochyby možné řadit mezi obnovitelné zdroje energie.

Je dobré si uvědomit, že ať už přímo nebo nepřímo stojí slunce za vznikem každého druhu energie na naší planetě. Ale chceme-li hovořit o sluneční energii jako o obnovitelném zdroji energie, hovoříme o přímém využití slunečních paprsků dopadajících na zemský povrch, tedy o přímé přeměně tepelné energie dodávané ve formě radiace na zemský povrch (obr.1).



Obr. 1: Přeměna slunečního záření na elektřinu

V současnosti existují 4 druhy přímého využití solární energie:

- Výroba elektrické energie
- Ohřev užitkové vody
- Vytápění a pěstování rostlin ve sklenících
- Sluneční pece

3.1 Fotovoltaické elektrárny

Výroba elektrické energie z energie slunce se realizuje fotovoltaickým jevem ve fotovoltaických článcích. Fotovoltaický jev zjednodušeně řečeno způsobuje nabíjení látek při osvětlení. Fotovoltaické články se spojují dohromady v panely (obr.2). Nejvíce rozšířené panely v současné době jsou křemíkové. Panely mění dopadající sluneční záření na stejnosměrný proud. Tyto panely jsou připojeny na tzv. střídače (měniče, investory), které přeměňují jednosměrný proud na střídavý. Ten je pak veden domovním rozvodem ke spotřebičům a do veřejné rozvodné sítě.



Obr. 2: Fotovoltaické panely

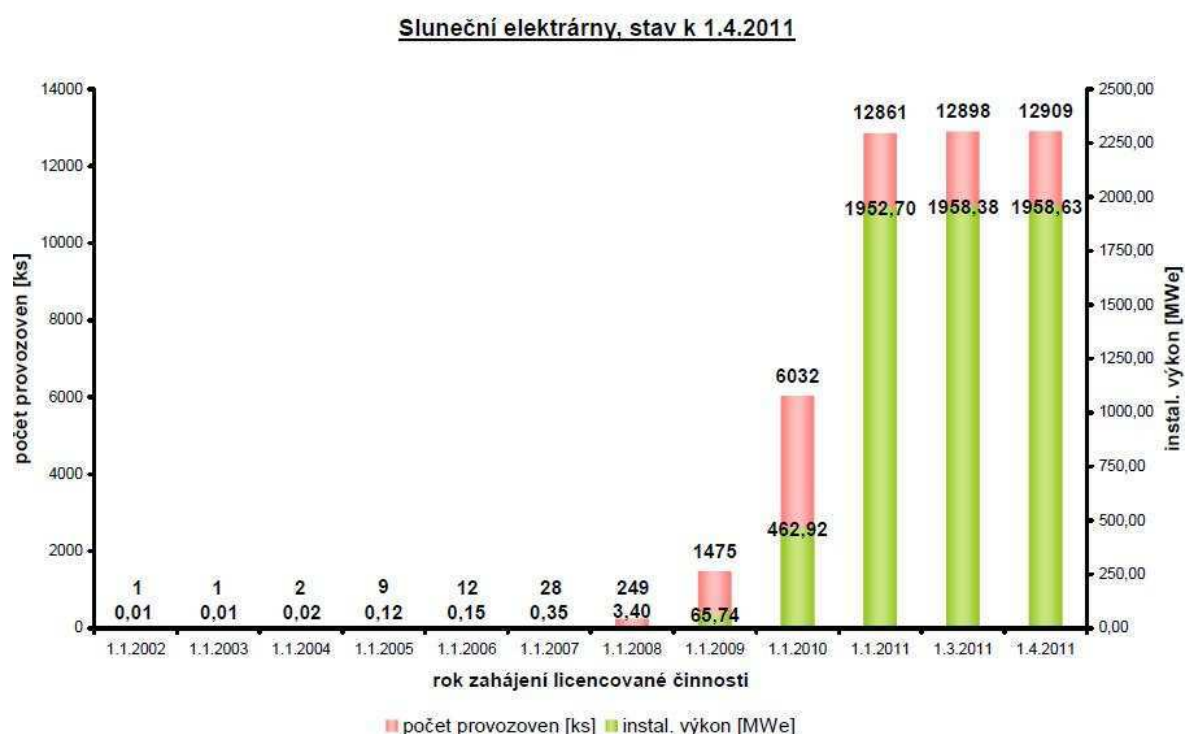
Fotovoltaické články se dělí podle konstrukce a složení na:

- Polykrytalické: na bázi Si, účinnost cca 14%
- Monokrytalické: na bázi Si, účinnost cca 17%
- Amorfni: na bázi: CdTe, CdS, aj. účinnost cca 9%

V současné době u nás zažívá výroba elektřiny pomocí fotovoltaických článků velký rozmach a to jak v soukromé sféře (nákup několika kusů panelů na rodinný dům), ale hlavně pak ve sféře podnikatelské (vznik solárních, farem, ze stovek panelů). Z grafu 2 je jasně zřetelný masivní rozvoj fotovoltaických elektráren v posledních dvou letech. Tento vývoj zcela zásadně ovlivnila podpora ze strany státu, který nastavil pro provozovatele těchto zařízení velice výhodné podmínky a záruku vyšších výkupních cen takto vyrobené elektrické energie po dobu 15 let. Vývoj v této oblasti totiž výrazně přesáhl veškeré odhady týkající se množství zařízení a instalovaného výkonu v ČR z dřívějších let. Na konci roku 2010 dosáhl tento výkon téměř 2 GW, což odpovídá výkonu jaderné elektrárny Temelín. Největší solární elektrárna v ČR se nachází v obci Vepřek na Mělnicku, má rozlohu přibližně sta fotbalových hřišť a její instalovaný výkon je 35 MW.

Výkupní cena 1 kWh z fotovoltaické elektrárny se v roce 2008 pohybovala okolo 20 Kč, nyní klesla zhruba na 12 Kč. V roce 2003 zveřejněná Státní energetická koncepce počítala zhruba s poloviční produkcí než dnes skutečně je. Ještě v roce 2005 byly i údaje z této koncepce zpochybňovány a označovány jako nereálné.[18]

Graf. 2: Stav slunečních elektráren v ČR k 1.4.2011 [7]



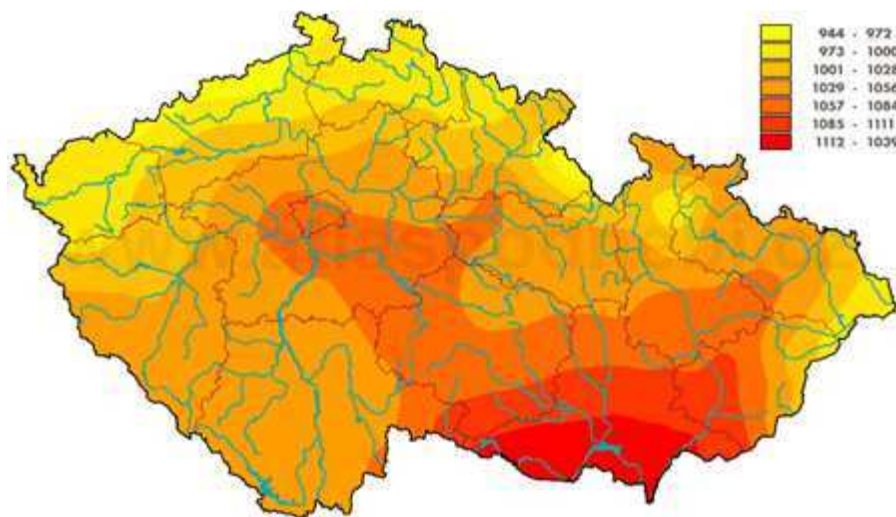
Roční sumy plošné hustoty energie celkového slunečního záření na našem území se nacházejí v rozpětí od 850 do 1300 kWh/m², denní sumy jsou pak od 3,5 do 5,3 kWh/m². Délka slunečního svitu je 1500 až 2200 hodin ročně. Nejvyšších hodnot uvedených veličin je dosaženo od května do září. Propustnost atmosféry, oblačnost a kolísání teploty vzduchu mohou tyto hodnoty výrazně ovlivnit.[14]

Solární elektrárny je z energetického hlediska výhodné provozovat v oblastech s častým dopadem přímého slunečního záření (obr. 3). V České republice je to především na Jižní Moravě. Obrovskou výhodou oproti konvenčním způsobům výroby energie je jejich ekologická čistota. Během procesu výroby energie totiž nevznikají žádné emise a nedochází k žádnému znečišťování životního prostředí. Mohou však působit jako prvek vizuálně narušující krajinný ráz.

Výkon fotovoltaického panelu lze snadno spočítat podle vzorce 3.1.

$$P = W_s \cdot S \cdot \eta \quad (3.1)$$

kde η [-] je účinnost panelu, W_s [kW·m⁻²] úhrn globálního slunečního záření, S [m²] je plocha panelu a P [W] výkon.



Obr. 3: Roční průměrný úhrn globálního slunečního záření (kW/m^2) [19]

Přímé sluneční záření se využívá také pro ohřev teplé užitkové vody v *solárních termických kolektorech*. Solární tepelný kolektor je zařízení určené k pohlcení slunečního záření a jeho přeměně na tepelnou energii, která je předávána teplotonosné látce, protékající kolektorem. Kolektory jsou vhodné pro vytápění rodinných domů a ohřev vody v bazénech. Jejich využívání je stále více rozšířené i díky tomu, že se na ně vztahuje podpora z programu „Zelená úsporám“.

3.2 Biomasa a výroba energie z biomasy

Pojem biomasa je definován jako souhrn látek biologického původu na určité ploše. Biomasa vzniká díky dopadající sluneční energii. Pro energetické účely se využívá buď cíleně pěstovaná biomasa, nebo tzv. odpadní biomasa, která vzniká ze zemědělské, potravinářské nebo lesní produkce.

Biomasu můžeme dělit podle obsahu vody (tedy podle zpracování):

- Suchá: zejména dřevo a dřevní odpad, sláma a suché zbytky z pěstování zemědělských plodin. Lze ji spalovat přímo, případně po dosušení.
- Mokrá: zejména tekuté odpady, jako kejda a další odpady ze živočišné výroby a tekuté komunální odpady. Nelze ji spalovat přímo, využívá se zejména v bioplynových technologiích.
- Speciální: olejniny, škrobové a cukernaté plodiny. Využívají se ve speciálních technologiích k získání energetických látek - zejména bionafty nebo lihu.

Energie z biomasy se pro energetické využití získává takřka výlučně termo-chemickou přeměnou (tab. 4), tedy spalováním. Bio-chemická a mechanicko-chemická přeměna je ve většině případů pouze úpravou před spalováním. Výhřevnost je dána množstvím hořlaviny (organická část bez vody a popelovin, směs hořlavých uhlovodíků - celulózy, hemicelulózy a ligninu). Podle druhu můžeme biomasu spalovat přímo nebo spalovat její plynné nebo kapalné produkty, které vznikají při zpracování. Od tohoto se odvíjejí základní technologie zpracování a přípravy ke spalování.

Tab. 4: *Přehled metod přeměn biomasy*

termo-chemická přeměna	pyrolýza (produkce plynu, oleje)
	zplyňování (produkce plynu)
bio-chemická přeměna	fermentace, alkoholové kvašení (produkce etanolu)
	anaerobní vyhnívání, metanové kvašení (produkce bioplynu)
mechanicko-chemická přeměna	lisování olejů (produkce kapalných paliv, oleje)
	esterifikace surových bio-olejů (výroba bionafty a přírodních maziv)
	štípání, drcení, lisování, peletace, mletí (výroba pevných paliv)

Vzorec pro výpočet výkonu kotle:

$$P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{3600} = \frac{m \cdot c \cdot (T_{\text{výst}} - T_{\text{vstup}})}{3600} \quad (3.2)$$

kde **m** [kg·h⁻¹] je hmotnostní průtok topné vody, **c** [J·kg⁻¹·K⁻¹] měrná tepelná kapacita topné vody, **ΔT** [K] teplotní spád – **T_{výst}** [K] teplota výstupní vody, **T_{vstup}** [K] teplota vstupní vody a **P** [W] výkon.

Výhodou biomasy je, že slouží jako akumulátor energie a lze ji poměrně jednoduše a dlouhodobě skladovat. Při získávání energie z biomasy se nezesiluje skleníkový efekt a nedochází tak ke globálním změnám klimatu. CO₂ ze vzduchu je během růstu rostlin pohlcován při fotosyntéze a během spalování je stejné množství opět uvolněno. Při spalování bioplynu se metan, který by jinak unikl do ovzduší neřízeným rozkladem, přeměňuje na vodu a CO₂, což jsou látky méně nebezpečné z hlediska skleníkového efektu.

Mezi nevýhody patří nízká účinnost při přeměně slunečního záření na energii. Např. z hektaru pole lze podle typu plodiny získat hmotu s energetickým obsahem 40 až 90 MWh. To je méně než 1 % slunečního záření, které na tuto plochu za rok dopadne. Při zpracování biomasy a konečném spalování získaného paliva vznikají další ztráty. Navíc se hovoří o konkurenci na úkor zemědělské a dřevařské produkce.

Zemědělci také nechtějí pěstovat dřevní biomasu z toho důvodu, že sklízet ji mohou až po několika letech. Doba růstu takovýchto dřevin (nejčastěji Japonského topolu) se pohybuje mezi 4 až 6 lety. Nemají tedy jistotu zisku, protože ceny této suroviny kolísají.

3.2.1 Pevná biomasa

Energetické využití si kromě dřeva našly také další druhy suché (pevné) biomasy především sláma a další odpadní zemědělské plodiny. Spalovat se dá prakticky jakákoli organická hmota s malým obsahem vody. Využití suché biomasy spočívá tedy výhradně v jejím přímém spalování, kdy se vzniklá energie využívá pro vytápění budov, sušení dřeva či zemědělských produktů, a také různými způsoby pro výrobu elektřiny. Jelikož je suchá biomasa velmi složité palivo, dochází k tomu, že při zahřátí se nejprve uvolní hořlavé plyny. Pokud je zajištěn přístup vzduchu, dojde k hoření.

Na výhřevnost suché biomasy jako paliva má velký vliv její vlhkost, proto se před vlastním spálením musí nechat vyschnout nebo jinak technologicky upravit. Pro spalování je vhodná s obsahem vody mezi 15 – 20 %, výjimečně lze spalovat biomasu s vyšším obsahem vody. Pevná biomasa se spaluje především ve formě štěrky (obr. 4, 5). V menších kotlích určených pro vytápění rodinných domů se poslední době začínají využívat pelety. Jedná se o dřevní hmotu lisovanou na drobné granule.



Obr. 4: Štěpkovač



Obr. 5: Štěpka připravená pro spálení

Při zahřívání suché biomasy za nepřístupu vzduchu vzniká dřevoplyn, který se následně odvádí do spalovací komory, kde dojde ke spálení podobným způsobem jako u jiných plyných paliv. Část tepla lze pak využít pro zplyňování další biomasy. Výhodou tohoto procesu je snadná regulace výkonu kotle, nižší emise a vyšší účinnost.

Vlivy na ŽP

Energetické spalování biomasy se považuje z hlediska produkce CO_2 za neutrální, protože se uvolní pouze množství pohlcené rostlinou při jejím růstu. Pokud se nahradí spalování uhlí biomasou, sníží se lokální znečištění ovzduší, protože emise z biomasy jsou nižší než z jiných pevných paliv. Naopak, co se týče emisí prachových částic, je zde značný problém hlavně u malých kotlů. U větších spaloven je kladen důraz na filtraci spalin a účinnost kotle je pravidelně kontrolována. Centrální zásobování teplem je z tohoto důvodu výhodnější. Nejen, že se zamezí spalování nestandardního paliva v domácích kotelnách, ale zvyšuje se energetická soběstačnost obcí a regionů. Vysoké náklady na dopravu a její

negativní vliv na životní prostředí omezují biomasu jen pro její místní použití. To ale dává příležitost místním zemědělcům pěstovat jako alternativu potravinářské produkci energetické plodiny, které je výhodné pěstovat na zemědělsky nevyužívaných půdách. Jsou rovněž větším producentem kyslíku než zatravněné plochy.[1] [12]

3.2.2 Biopaliva

Obnovitelné zdroje energie se využívají především pro získávání elektrické energie a tepla. Biomasu lze však využít také v sektoru dopravy pro výrobu paliv pohánějících dopravní prostředky, které jsou jinak závislé na ropě.

Biopaliva lze rozdělit podle způsobu získávání vstupní suroviny. Biopaliva první generace se vyrábí ze záměrně pěstovaných plodin (řepka, slunečnice, obilí, cukrovka, brambory aj.). Konvenční zemědělství, které tyto plodiny produkuje, je náročné na spotřebu hnojiv vyráběných z ropy a energie pro zemědělskou techniku. Biopaliva druhé generace se vyrábějí z organických složek komunálního odpadu, ze slámy a jiných zemědělských odpadů, odpadního dřeva nebo starého papíru. Technologicky lze 2. generaci biopaliv rozdělit v zásadě na dva základní způsoby – fermentaci (kvašení) a gasifikaci (zplyňování). Škála finálních biopaliv z obou procesů je široká (platí to zejména pro gasifikaci) a z obou cest je možné získat vodík, což je perspektivně velmi významný zdroj energie. Všeobecně také platí, že cesta fermentace vede spíše k benzínovým typům a gasifikace spíše k palivům dieselového typu. Vyžadují sice náročnější výrobní technologii, ale nezatěžují tolik životní prostředí při získávání vstupních surovin. V současnosti jsou ale biopaliva druhé generace pro komerční využití příliš drahá. Vyrábějí se pouze v několika firmách v Evropě a vstupní surovinou je dřevní štěpka.

Bionafta je dosud nejrozšířenějším palivem první generace. Vyrábí se z oleje, nejčastěji řepkového, dále pak slunečnicového a sójového. Za působení vysoké teploty a katalyzátoru se řepkový olej mění na metylester řepkového oleje (MEŘO), který se nazývá „bionafta první generace“. Smísením MEŘO s lehkými ropnými produkty vzniká „bionafta druhé generace“, která musí obsahovat alespoň 30% MEŘO.

Výhodou bionafty je, že ji lze mísit s ropnou naftou, při nízkém podílu bionafty není třeba upravovat motor, při provozu vozidla se snižuje kouřivost i emise a při úniku je daleko méně nebezpečná a lépe odbouratelná. Biopalivo druhé generace likviduje komunální či jiný odpad, a tím snižuje původní hmotnost vstupní suroviny na 5 až 10%.

Bionaftu lze spalovat přímo v upravených dieselových motorech. Odpadá zde tedy proces esterifikace oproti výrobě bionafty. Úprava a následné používání vozidla na rostlinný olej s sebou nesou určité komplikace, které jsou ale vyváženy nízkou cenou paliva. Emise CO₂ a polyaromatických uhlovodíků jsou nižší než u motoru spalujícího naftu. Při výrobě oleje lisováním vznikají pokrutiny (zbytky po lisování), které mohou být využity jako krmivo nebo palivo pro vytápění.

Bioetanol lze získat z mnoha zemědělských plodin: z obilí, brambor, cukrové řepy, kukuřice a dalších. Výnos etanolu závisí na obsahu cukrů a škrobu v plodině. Etanol lze získat také ze slámy a dalších zemědělských zbytků, dřeva a celulóзовých odpadů, a dokonce i ze starého papíru. Jejich výroba nekonkuruje produkci potravin, nezvyšuje tedy jejich cenu.

Etanol se získává destilací zkvašených cukernatých roztoků. Kvašením se glukóza rozkládá na etanol a CO₂. Cukernaté plodiny se mohou kvasit přímo, ale škrobnaté plodiny musí být nejprve enzymaticky rozloženy na cukry a vodu. Při použití vysokého obsahu bioetanolu v palivu musí být benzínový motor speciálně upraven.

Vlivy na ŽP

Emise motorů spalujících biopaliva jsou srovnatelné s emisemi při použití ropných produktů. Případný únik biopaliv je méně rizikový z důvodu lepší biologické odbouratelnosti.

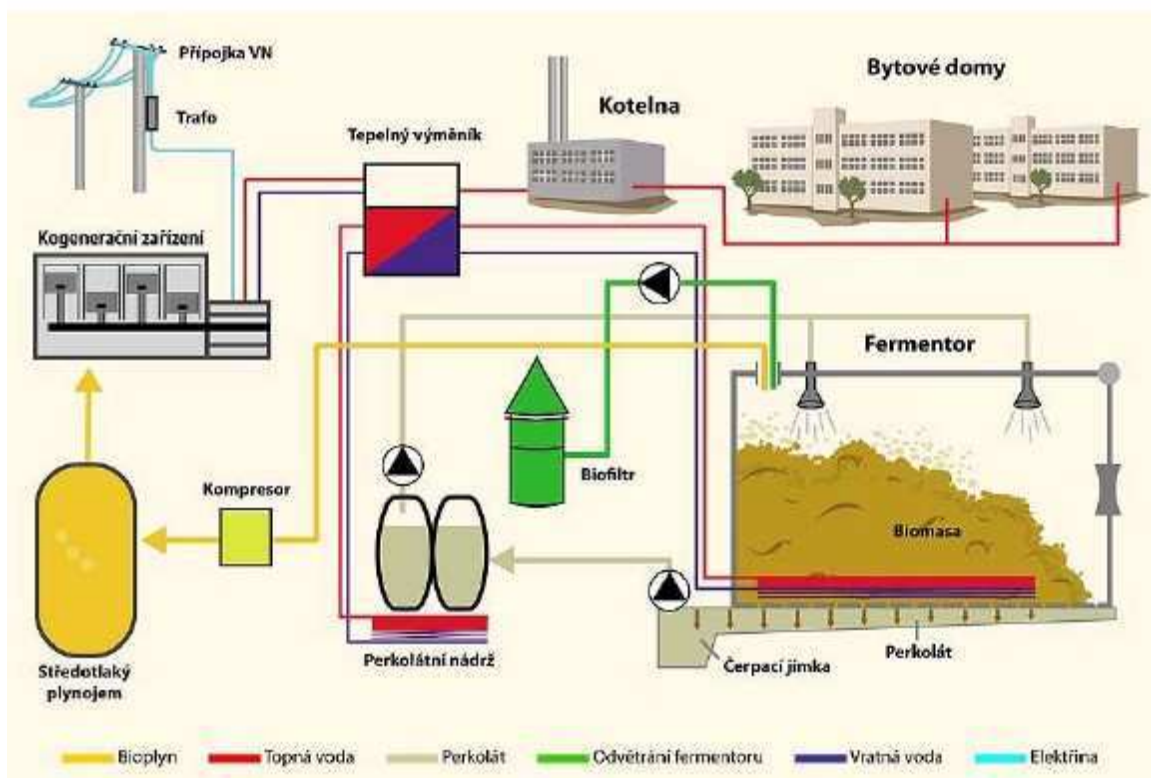
Biopaliva první generace vyžadují pěstování na zemědělských půdách, což ve vyspělých zemích, kde je nadbytek potravin, považují zemědělci jako vítanou alternativu. Avšak poptávka vyspělých zemí po biopalivech vede k tomu, že v rozvojových zemích se pěstují energetické plodiny na úkor potravin. [1] To vede k dalšímu zvětšování obdělávaných půd a kácení pralesů, což je v přímém rozporu se snahou snižovat obsah CO₂ ve vzduchu. Produkce je dále spojena se spotřebou vody, pohonných hmot a hnojiv.

Biopaliva jsou také náročná na energii spotřebovanou při jejich výrobě. Tento problém by měla vyřešit paliva druhé generace, která se vyrábí z odpadních surovin a pomáhají tak řešit problém s odpady. [1] [9]

3.2.3 Bioplynové stanice

Bioplyn vzniká při rozkladu organických látek v uzavřených nádržích bez přístupu kyslíku. Proces štěpení organické hmoty na anorganické látky a plyn je závislý na práci bakterií, které pracují bez přístupu kyslíku. V současné době existují stanice, ve kterých se zpracovává nejčastěji kejda (tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou) ale i další zemědělské a potravinářské produkty jako slamnatý hnůj, sláma, zbytky travin, stonky kukuřice či bramborová nat'. Zpracovává se také kal z čističek a bioodpad z komunálního odpadu. Zbytky po vyhnívacím procesu jsou vysoce hodnotným hnojivem nebo kompostem.[9]

Základní částí bioplynové stanice (obr. 6) je *fermentor*, kde dochází k vlastnímu rozkladu biomasy. Ten bývá pro zlepšení a urychlení procesu vyhříván. Je důležité, aby celý proces proběhl řádně až do konce, protože nedostatečně zpracovaná biomasa je pak zdrojem zápachu. Vyrobený plyn (55-70% objemu metan) se skladuje v plynojem, protože jeho produkce není vždy rovnoměrná. Bioplyn se může spalovat kogenerační jednotce, která je zdrojem tepla a elektrické energie. [9][12]



Obr. 6: Schéma bioplynové stanice [18]

Vlivy na ŽP

Zřejmě největším problémem bioplynových stanic je zápach. Ten vzniká při porušování provozního řádu, nekázní personálu nebo nevhodným projektem. Zdrojem zápachu mohou být i vozidla dopravující biomasu, pokud biomasa uniká z cisteren nebo je převážena v odkrytých kontejnerech. Rovněž manipulace s biomasou by měla probíhat v uzavřených prostorách, vybavených odtahem vzduchu s biofiltrem. Dalším zdrojem zápachu může být digestát, který ve fermentoru nestrávil potřebnou dobu, a nebyl tedy dostatečně rozložen.

Bioplynové technologie jsou vhodné především pro likvidaci odpadů. Bioplynová technologie výrazně zrychlí přeměnu exkrementů na hnojivo. Při spalování bioplynu ve stanicích se metan rozkládá na vodu a CO_2 , který není ve srovnání s metanem tak silný skleníkový plyn.

Likvidace zemědělských odpadů v bioplynových stanicích snižuje riziko úniku močůvky do potoků a řek. Zpracování biomasy s velkým obsahem vody, která by se nedala přímo spálit a neutralizace potravinářských odpadů nabízí další možnosti energetického využití.[9]

3.3 Větrná energie a větrné elektrárny

I když považujeme větrnou energii za samostatný obnovitelný zdroj energie, je vlastně projevem energie slunce. Vítr totiž vzniká nerovnoměrným ohříváním zemského povrchu, které způsobuje právě slunce.

Zároveň je využívání větrné energie jakýmsi návratem člověka zpět ke kořenům. Energie větru byla jednou z prvních energií, které člověk začal využívat. První lodě s plachtami brázdily naši planetu již před více než 7000 lety. I v následujících tisíciletích bylo využívání větrné energie velmi důležité pro lidstvo a to nejen na lodích, ale také například pro pohon mlýnů. S vynálezem parního stroje a elektřiny se dostalo využívání síly větru do pozadí, ale v dnešní době hledání čistých a nevyčerpatelných zdrojů energie zažívá velký rozmach. Naznačuje to i tabulka, která udává výkon vyrobený ve větrných elektrárnách v ČR v posledních sedmi letech.

Tab. 5: *Instalovaný výkon a výroba větrných elektráren v posledních letech [8]*

Rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Výkon (MW)	17	28	54	116	148	192	215
Výroba (GWh)	8,3	21,3	49,4	125	245	290	330

K využívání větrné energie se v drtivé většině využívá lopatkových větrných elektráren (obr. 7). Pro větrnou elektrárnu jsou důležité tři základní faktory. Prvním z nich je jmenovitý výkon, pro který je elektrárna určena. Ten je zpravidla dosahován při rychlosti větru kolem 12 m/s. Zároveň elektrárna může pracovat při rychlostech větru v rozmezí mezi 4 a 15 m/s. Druhým faktorem je maximální účinnost. Ta se obvykle pohybuje kolem 45%. Třetím faktorem je tzv. koeficient ročního využití, který udává poměr skutečně odvedeného výkonu k teoreticky možnému výkonu zdroje za rok. V podmínkách České Republiky se koeficient ročního využití pohybuje kolem hodnot 0,1-0,2 [18]. Výpočet výkonu lopatkové větrné elektrárny je uveden ve vzorci (3.3). [8]

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot c_p \cdot S \quad (3.3)$$

kde ρ [kg·m⁻³] je hustota vzduchu, v [m·s⁻¹] rychlost proudění vzduchu, c_p [-], S [m²] je plocha rotoru a P [W] výkon [8]



Obr. 7: *Lopatková větrná elektrárna [8]*

Vlivy na ŽP

Ve vztahu k ekologii existují v souvislosti s větrnými elektrárnami dvě hlavní negativa. Jednak jsou to tělesa samotná. Ta je totiž výhodné stavět na vyvýšených místech z důvodů rychlejšího proudění větru, což znamená u nás především na horách, kde působí v krajině chráněných území, jako jsou např. Jeseníky, vizuálně velmi rušivým dojmem.

Druhým problémem je hluk. Větrné elektrárny musí splňovat přísné hlukové limity a to 40 dB v chráněném vnějším prostoru staveb a 30 dB v chráněném vnitřním prostoru staveb [8]. Tyto hladiny hluku nejsou vysoké, ale hlavním problémem větrných elektráren je tzv. infrazvuk. Tedy nízkofrekvenční zvuky uchem neslyšitelné, ale působící nepříznivě jak na organismus člověka tak na organismus v okolí žijící fauny. [9]

Na druhou stranu jsou větrné elektrárny čistým zdrojem energie. Produkce jedné větrné elektrárny o jmenovitém výkonu 2MW dokáže ročně pokrýt spotřebu 1265 domácností, tj. asi 3200 osob. Produkce větrných elektráren v celé ČR za rok 2008 odpovídá spotřebě 69 700 domácností, tj. 174 300 osob. Při výrobě stejného množství energie spalováním uhlí by bylo do atmosféry uvolněno 245 000 tun CO₂ [8]. Větrné elektrárny neprodukují žádné zplodiny. Jejich produkce energie šetří fosilní paliva a nevyžaduje ani nutnost devastace krajiny např. těžbou uhlí. Navíc mají minimální zábor zemědělského půdního fondu (ZPF) na 1 MW vyrobené energie.

3.4 Vodní energie a vodní elektrárny

Vodní energie je technicky využitelná potenciální, kinetická nebo tepelná energie veškerého vodstva na Zemi. Jedná se po biomase o druhý nejvyužívanější obnovitelný zdroj energie. Mezi využitelné formy vodní energie patří energie vodních toků, energie vlnění a energie přílivu a odlivu. Z výše uvedených je v ČR zastoupena jako jediná energie vodních toků.

Pro představu současného zastoupení jsou uvedeny v tab.6 instalované výkony el. energie v ČR.

Tab. 6: Zastoupení vodní energie společnosti ČEZ v ČR v roce 2010 [15]

Popis	[MW]
celkový instalovaný elektrický výkon v ČR	16500
z toho ČEZ	12000
- uhlí	6500
- jaderná energetika	3760
- voda	1872

3.4.1 Energie vodních toků

Vodní energie je u nás využívána po staletí. Vodní mlýny se začaly používat na území ČR ve 12. století. Před I. světovou válkou zde bylo několik tisíc malých vodních elektráren, vesměs na místě původních vodních mlýnů, pil a hamrů. Vodní energie se dá velmi dobře a účinně přeměnit na žádanou elektřinu.

Z celkové produkce elektřiny v ČR se ve vodních elektrárnách vyrobí asi 3,3 %. Vodní elektrárny (včetně přečerpávacích) představují asi 12 % instalovaného výkonu elektráren v ČR. Většina tohoto výkonu (cca 90 %) připadá na zařízení s výkonem vyšším než 5 MW. V ČR se za malou vodní elektrárnu (MVE) považují zařízení s výkonem pod 10 MW, v EU pod 5 MW. [9],[12]

V současnosti se pro svou malou účinnost a výkon nevyužívají vodní kola, ale turbíny - především Peltonovy, Francisovy a Kaplanovy. Každá z uvedených turbín je vhodná pro konkrétní rozsah spádů a průtoků. Vodní turbína je vlastně jeden z nejdokonalejších motorů, má účinnost až 95%. Největší instalovaný výkon z akumulčních elektráren má v ČR elektrárna na přehradě Lipno I s dvěma Francisovými turbínami po 60 MW, na světě drží primát vodní elektrárna na přehradě Tři soutěsky v Číně - 18 200 MW po dokončení v roce 2009. [15]

3.4.2 Energetický potenciál vodního spádu

Na obr.8 jsou uvedeny základní pojmy vodní elektrárny, výpočet přibližného el. výkonu vodní elektrárny popisuje vzorec (3.4).

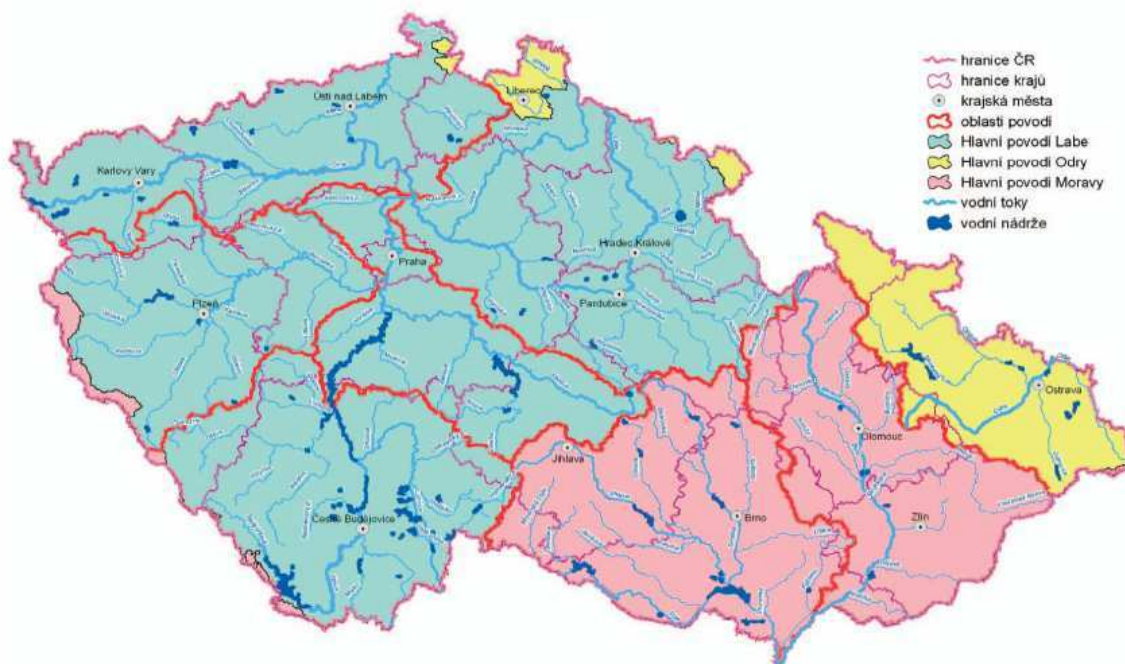


Obr. 8: Spád, délka vzdutí vodní elektrárny. [13]

$$P = \eta \cdot V \cdot h \cdot \rho \cdot g \quad (3.4)$$

kde η [-] je účinnost využití potenciální energie vody při přeměně na energii elektrickou, h [m] disponibilní spád, průtok V [m³/s], ρ [kg/m³] hustota vody, g [m/s²] gravitační zrychlení, přibližný výkon P [W]. [13]

Mapa hlavních povodí - oblastí, kde lze využívat energetický potenciál vodního spádu je uvedena na obr.9.



Obr. 9: Hlavní povodí v ČR. [4]

3.4.3 Princip fungování vodních elektráren a jejich dělení

U vodních elektráren se využívá rozdíl potenciální energie mezi hladinou horní nádrže a spodní nádrže (odtok). Vodní sloupec vyvolává u dna nádrže vysoký tlak. V rozvodových ústrojích a kanálech turbíny se tato tlaková energie transformuje podle Bernoulliho rovnice na energii kinetickou (proud vody). Vzniklá kinetická energie proudu se v turbíně přeměňuje na energii mechanickou v podobě otáčejícího se hřídele turbíny. Tato mechanická energie se pak mění na základě elektromagnetické indukce (v otáčející se smyčce elektrického vodiče v magnetickém poli se indukují střídavé elektrické napětí) na energii elektrickou; ta se transformuje a odvádí do míst spotřeby.

Výběr turbíny závisí na účelu a podmínkách konkrétního vodního díla (elektrárny včetně vodní nádrže, řečiště či jiného zařízení usměrňujícího proud vody). Nejčastěji se osazují turbíny reakčního typu (Francisova nebo Kaplanova turbína). V podmínkách našich řek se nejčastěji používají Kaplanovy turbíny s nastavitelnými lopatkami. Kaplanova turbína je v podstatě reakční přetlakový stroj, který dosahuje několikanásobně vyšší rychlosti než je rychlost proudění vody. Je vhodná pro velká množství vody a pro menší spády.

Pro vysoké spády (někdy až 500 m) se používá akční Peltonova turbína. Je to rovnotlaký stroj, jehož obvodová rychlost otáčení je nižší než rychlost proudění. Voda vstupuje do turbíny pouze v některých částech jejího obvodu a nezahltí celý obvod – vodu na lopatky tvaru misek přivádějí trysky. V přečerpávacích vodních elektrárnách se používá reverzní Francisova turbína s přestavitelnými lopatkami, která při zpětném chodu funguje jako čerpadlo. V malých vodních elektrárnách se převážně používá malá horizontální turbína Bánkiho spolu s upravenou jednoduchou turbínou Francisovou.

Dělení vodních elektráren podle způsobu využití vodní energie:

- akumulační
- průtočné
- přečerpávací

Dělení vodních elektráren podle instalovaného výkonu:

- malé do 10 MW
- střední 10 - 200 MW
- velké nad 200 MW

3.4.4 Přečerpávací elektrárna

Jedná se o typ vodní elektrárny, která v době přebytku elektřiny v rozvodných sítích je schopna čerpat vodu z dolní nádrže do horní a tímto způsobem akumulovat energii ve formě potenciální energie vody pro období nedostatku elektrické energie v síti. Vzhledem ke snížené dynamice u jaderných a tepelných elektráren je omezená možnost během dne regulovat dodávaný výkon. Přečerpávací elektrárny plní regulační funkci v síti. Během noci, kdy je el. odběr malý, dochází k využívání el. energie k čerpání, a naopak v období energetických

špiček – ráno, večer dochází k výrobě el. energie a dodávání do sítě. Nejvýkonnější přečerpávací elektrárna v ČR Dlouhé stráně v Jeseníkách má výkon 650 MW. (obr. 10). Disponuje instalovaným výkonem 2x325 MW (při čerpání 312 MW), použité Francisovy turbíny pro spád 510,7 m jsou největšími reverzními turbínami v Evropě. Tato vodní elektrárna je zároveň nejvýkonnějším vodním dílem v ČR. [13]



Obr. 10: Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně v Jeseníkách [13]

3.4.5 Výhody a nevýhody vodních elektráren a jejich vliv na životní prostředí

Výhody:

- provoz minimálně znečišťuje okolí - ovzduší i vlastní vodní tok - ve srovnání s konvenční výrobou el. energie (emise, jaderný odpad)
- hotové vodní dílo vyžaduje minimální obsluhu a lze je ovládat na dálku
- přehradní jezera mohou sloužit i pro jiné účely, zejména pro rekreaci nebo pro vodohospodářské účely
- přečerpávací elektrárny mohou najíždět v řádu jednotek až desítek minut – používají se jako zdroj k pokrytí okamžitých nároků na výrobu elektrické energie ve špičce – regulační funkce. Zde tvoří „konkurenci“ paroplynovým turbínám, které mají stejnou funkci, využívají k provozu ale fosilní paliva. Výhodou oproti paroplynovým turbínám je bezesporu čistý provoz.

Nevýhody:

- značná cena a čas výstavby
- citelný zásah do krajiny
- závislost na stabilním průtoku
- přehradní hráze a jezy brání běžnému lodnímu provozu na řece, je nutno vybudovat systém plavebních komor resp. zdymadel-zvýšení nákladů

Před rozmachem využívání OZE způsobeným hlavně pobídkami ze strany státu měly vodní elektrárny většinový podíl na výrobě z ekologicky čistých zdrojů. S rostoucí produkcí elektřiny z OZE, které nezaručují stálou produkci, se vodní elektrárny stávají stále častěji regulačním prvkem v elektrifikační soustavě.

4 METODY HODNOCENÍ POTENCIÁLU OBNOVITELÝCH ZROJŮ ENERGIE

4.1 Koeficient ročního využití

Tato metoda je důležitá pro hodnocení konkrétního zdroje. Určuje do jaké míry je využíván jeho jmenovitý výkon. Jedná se o metodu, která zohledňuje především ekonomickou stránku výroby energie. Koeficient ročního využití k_r [-] se vyjadřuje jako podíl skutečného množství vyrobené energie s teoretickým, které by se dalo vyrobit při celoročním nepřetržitém provozu. [8],[18]

$$k_r = \frac{W_r}{P_i \cdot 8760} \quad (4.1)$$

W_r vyjadřuje roční množství vyrobené energie [kWh/rok] a P_i je instalovaný výkon [kW]

Pro **fotovoltaické elektrárny** se v našich podmínkách uvádí k_r kolem hodnoty 0,114 – 0,123. Odpovídá to především oblastem, kde je dané zařízení umístěno.

Produkce energie z **biomasy** závisí na množství zásob paliva a jeho neustálém přísunu. Odstávky pro údržbu a případné opravy mají vliv na produkci jen minimálně. Koeficient ročního využití je proto srovnatelný s uhelnými elektrárnami (0,55 – 0,6).

U **větrných elektráren** není tento ukazatel pro české podmínky v porovnání např. s Nizozemskem příznivý. Na evropském kontinentu převládají západní větry a směrem do střední Evropy slábnou. Existuje rozdělení krajiny do 4 kategorií podle energetického potenciálu. [18] Naše území je zařazeno většinou do poslední kategorie. V podmínkách Krušných hor nabývá koeficient hodnot 0,25, v Ostružné v Jeseníkách naopak po několikaletém provozu větrného parku uvádějí 0,06. Do budoucna se tato čísla s vývojem technologie nejspíše mírně zvýší. [8]

U **vodních elektráren** je nutné rozlišovat, zda se jedná o tzv. malé vodní elektrárny (MVE) nebo o zdroje s výkonem nad 10 MW, kdy platí hodnoty okolo 0,39 pro MVE a cca 0,22 pro velké zdroje. Produkci zásadním způsobem ovlivňují „suché“ roky nebo naopak povodně, které už mnohokrát způsobily nemalé škody na zařízeních. [15]

Pro porovnání, jaderná elektrárna Temelín (JETE) pracuje s instalovaným výkonem 2 GW a ročním využitím instalovaného výkonu $k_r = 0,82$. [18]

4.2 Uhlíková stopa

Uhlíková stopa je suma vypuštěných skleníkových plynů (Green house gasses - GHG). Patří mezi ně především oxid uhličitý, oxidy dusíku, freony a překvapivě vodní pára. Ta tvoří podstatnou část skleníkových plynů. Uhlíková stopa se může týkat jedince, výrobku nebo akce. Nejčastěji je ale používán ve spojitosti s výrobky a definuje sumu všech skleníkových plynů, které byly vypuštěny při výrobě a provozu daného výrobku, takzvané hodnocení životním cyklem (Life cycle assesement - LCA). Podobná charakteristika výrobků slouží k

výběru toho, jehož výroba má nejmenší dopad na životní prostředí. V poslední době lze pozorovat toto hodnocení nejen v průmyslovém odvětví ale i v běžné lidské činnosti.

Jedná se o ukazatel zatížení životního prostředí, který je odvozen od celkového ekologického dopadu. Obvykle bývá vyjadřován v ekvivalentech CO₂.

V tab. 7 [21] jsou uvedeny hodnoty udávané pro vybrané zdroje energie. Ty ukazují podstatně nižší produkci CO₂ na kWh vyrobené elektrické energie v případě OZE. Pro ekologické hodnocení to však nemusí být jasný ukazatel. Mnoho částí těchto technologií je vyráběno v Asii, kde neplatí tak přísná pravidla pro nakládání odpady a nebezpečnými látkami vznikajícími během jejich výroby jako v Evropě. Většinou pak končí v jejich řekách.

Tab. 7: *Uhlíková stopa pro jednotlivé energetické zdroje*

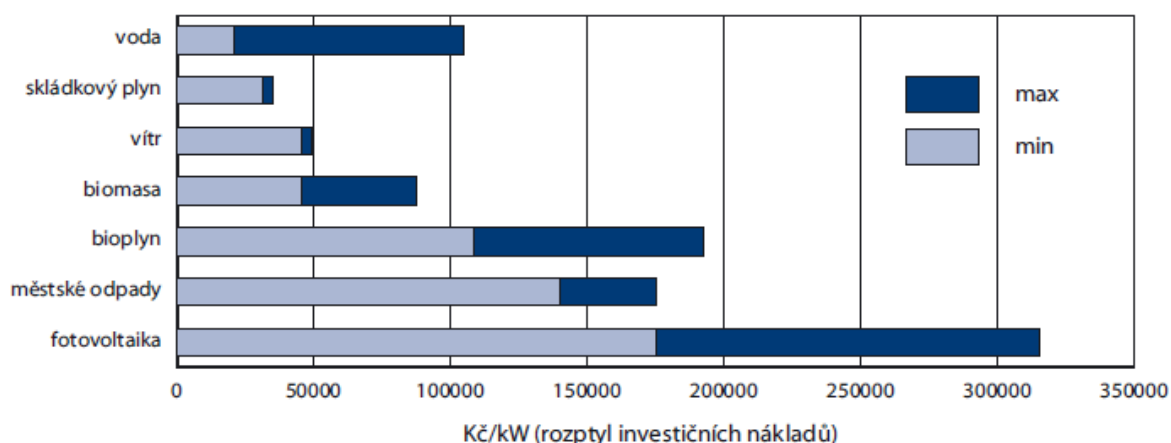
Energetický zdroj	(g CO ₂ /kWh el)
Jaderné elektrárny	60 (10 – 130)
Uhelné elektrárny	
-černouhelné	941 (843 – 1171)
-hnědouhelné	1175 (1011 – 1506)
Větrné elektrárny	21 (13 – 40)
Fotovoltaické elektrárny	106 (53 – 217)
Vodní elektrárny	15 (6.5 – 44)

4.3 Ekonomické hodnocení

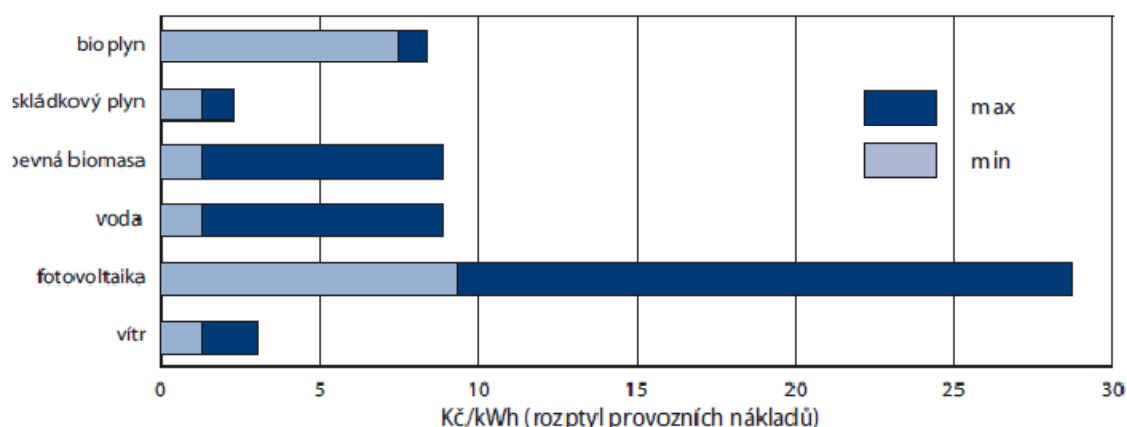
Ekonomické hodnocení OZE se zkoumá z několika pohledů. Dnes do něj promlouvají investiční pobídky, daňové zvýhodnění zisku a garance výkupních cen provozovatelům ze strany státu. Některé ekonomické ukazatele tak ztrácí na významu.

Pro získání přehledu a porovnání jednotlivých OZE například i s jadernou energií a fosilními palivy mohou dobře sloužit měrné investiční a provozní náklady. Je nutné mít k dispozici kvalifikované odhady vývoje cen technologií a v případě biomasy i vývoj ceny vstupní suroviny. V grafech 3 a 4 [20] jsou tyto údaje zpracovány konkrétně pro EU, ale vzhledem k většímu rozptylu v nákladech se dá vztáhnout i na ČR.

Graf. 3: Investiční náklady na 1 kW u OZE



Graf. 4: Provozní náklady na 1kW u OZE



Data použitá v grafech jsou z roku 2003 a například u fotovoltaických elektráren cena technologie významně klesla. Dnešní náklady na tuto technologii se však obtížně vyčíslují, odvíjí se od velikosti konkrétního zařízení a konkurenčního boje mezi dodavateli stavby.

Nabízí se srovnání s konvenčními zdroji energie. Investiční náklady na 1 kW instalovaného výkonu v JETE byly zhruba 61 000 Kč, u uhelné elektrárny zhruba 40 000 Kč. [18], [20]

Z porovnání investičních nákladů s uhelnými a jadernými elektrárnami jasně vyplývají výrazně vyšší počáteční investice. S rozvojem výroby energie z OZE však ceny technologií klesají a do budoucna se mohou s konvenčními zdroji srovnat. V současné době by však byly zcela nekonkurenceschopné a bez státní podpory by byl jejich rozvoj mnohem složitější, ne-li nemožný. Velice důležitou věcí je zajistit rovnocennou podporu pro všechny z těchto zdrojů a vytvořit koncepci, která zohlední místní podmínky nejen v ČR, ale i v jednotlivých regionech. Tyto kroky zatím učiněny nebyly.

5 ZÁVĚR

Obnovitelné zdroje energie by bez podpory ze strany státu byly z ekonomického hlediska prakticky nekonkurenceschopné, a jejich výraznější rozvoj by pravděpodobně vůbec nenastal. Současná situace v České republice by vypadala, co se týče objemu a struktury výroby z OZE zcela jinak. Limitující budou vždy také přírodní podmínky a i z těchto důvodů nebude ČR nejspíše nikdy využívat OZE pro pokrytí celé své spotřeby energie. Na spotřebě se zcela určitě budou v omezené míře podílet, ale nepředstavují jedinou možnou cestu, jak bývá někdy prezentováno. Velice důležité do budoucna je nezaměřit se pouze a jen na OZE, ale věnovat stejnou pozornost i ostatním odvětvím energetiky. Slibně se jeví vývoj nových typů jaderných reaktorů a v delším časovém horizontu i zvládnutí jaderné fúze pro získávání energie.

Nelze opomenout fakt, že i po případném dosažení procentuálního závazku produkce z OZE, který je společný pro celou Evropskou unii, bude nutné nadále budovat vlivem rostoucí spotřeby energií další zařízení. Současný nekonceptní vývoj především v oblasti fotovoltaických farem by již zřejmě znamenal problém pro rozvodnou síť. Ten se zatím nijak výrazně neprojevil. Možným vysvětlením může být situace v Německu, kde proběhlo odstavení části jaderných reaktorů, a v době energetické špičky mají nedostatek energie. Z oblasti Jižních Čech tak odebírají přebytky energie.

Řešení by mohla představovat již zmíněná regionální koncepce, kdy by byl zohledněn potenciál konkrétního území a potřeba energie. Zmenšily by se spádové oblasti a odpadla by nutnost dopravovat elektrický proud na větší vzdálenosti. Větší význam by se měl klást tak na zdroje menšího výkonu do 5 MW dostačujících pro menší spádovou oblast. Doposud se zcela opomíjí energetické využití odpadů. Česká republika se stejně jako ostatní země EU zavázala, že v roce 2017 bude spalovat veškerý komunální odpad a přistoupí i k likvidaci současných skládek. Velké rezervy jsou také v oblasti snižování spotřeby energie.

Potenciál OZE v ČR se v jednotlivých případech liší. V případě větrných elektráren je značně omezený. Je to dáno jak nepříliš příznivými přírodními podmínkami, tak i omezeními v chráněných krajinných oblastech a protesty lidí, kterým z různých důvodů větrné turbíny vadí. Mnoho prostoru pro rozvoj nemají ani vodní elektrárny. Ty se stávají navíc hlavně regulačním prvkem v elektrifikační soustavě. Solární elektrárny v současné podobě jsou už nejspíše, co se týká možností připojení do sítě, na maximální možné míře využity. Příznivější vyhlídky se ukazují u biomasy. V jejím případě se jeví jako problematický nedostatek vstupních surovin. Přestože jsou v ČR velké plochy neobdělávané zemědělské půdy, chybí ochota ze strany zemědělců věnovat se této oblasti zemědělské produkce. Změnit to může snad jen stát nastavením podpory pěstování energetických plodin pro tyto zemědělce.

Obnovitelné zdroje energie dnes v České republice zatím tvoří malou část výroby energie, ale do budoucna se jejich podíl bude zcela určitě zvětšovat. Je to důležité z důvodů částečného omezení závislosti na dovozu fosilních paliv, jako je ropa a zemní plyn. V této souvislosti se také objevují obavy z brzkého vyčerpání zásob fosilních paliv. Spoléhat se však na obnovitelné zdroje, kdy není záruka stálé produkce, je nerozumné. Optimistické studie uvádějící, že v roce 2100 bude Evropa z těchto zdrojů pokrývat veškerou spotřebu, se již dnes ukazují jako značně přehnané. Pro další vývoj výroby energie z OZE v České republice bude důležitý racionální přístup ze strany státu v oblasti podpory a nastavení jasných podmínek pro provozovatele. Překotný rozvoj v posledních letech ukázal důležitost kvalitní legislativy. Nutností je průběžně aktualizovat Státní energetickou koncepci a detailně se zabývat jednotlivými možnostmi za předpokladu, že budou nalezeny nové a zdokonaleny stávající technologie pro získávání energie z obnovitelných zdrojů.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

- [1] Kadrnožka, J., Biomasa – velká energetická a ekologická očekávání se zřejmě nenaplní, Energetika, č. 2/2008, s. 54-60, ISSN 0375-8842.
- [2] Sørensen, B., Renewable Energy: its physics, engineering, use, environmental impacts, economy, and planning aspects. Elsevier Academic Press, USA, 2004, ISBN 0-12-656153-2.
- [3] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. Návrh státní energetické koncepce do roku 2030, červen 2003 a schválená verze z března 2004
- [4] Portál Ministerstva zemědělství ČR [online]. 2011 [cit. 2011-02-24]. EAGRI. Dostupné z www: <http://eagri.cz/public/web/file/18971/PlanHlavPov_schvaleny_vladou1_1_.pdf>.
- [5] Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů za rok 2009, MPO, MŽP
- [6] Eurostat, Panorama of Energy, Energy statistics to support EU policies and solutions, European Communities, Luxembourg, 2009, ISSN 1831-3256
- [7] Energetický regulační úřad [online]. 2011 [cit. 2011-04-15]. Dostupné z www: <<http://www.eru.cz/>>.
- [8] ČSVE [online]. 2010 [cit. 2011-02-19]. ČSVE - Větrné elektrárny | Větrná energie. Dostupné z www: <<http://www.csve.cz/>>.
- [9] Srdečný, K. a kol. Obnovitelné zdroje energie – Přehled druhů a technologií 1. Vydání. Ministerstvo životního prostředí, 2009. ISBN: 978-807212-518-0.
- [10] Zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)
- [11] Koloničný, J.: Emise při spalování biomasy. Biom.cz [online]. 2010-06-07 [cit. 2011-04-10]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/emise-pri-spalovani-biomasy-2>>. ISSN: 1801-2655.
- [12] EkoWATT. Obnovitelné zdroje energie [online], poslední aktualizace 21. 3. 2011. [cit. 2011-3-21]. Dostupné z: <<http://www.ekowatt.cz/cz/informace/energie-biomasy>>
- [13] Škorpík, J.: Využití energie vodního spádu, publikováno na stránkách Transformační technologie, dostupné z www: <<http://oei.fme.vutbr.cz/jskorpik/vyuziti-energie-vodniho-spadu.html>>, 2006.
- [14] Portál Ministerstva zemědělství ČR [online]. 2011 [cit. 2011-02-24]. Dostupné z www: <http://eagri.cz/public/web/file/18971/PlanHlavPov_schvaleny_vladou1_1_.pdf>.
- [15] Skupina ČEZ [online]. 2011 [cit. 2011-02-24]. ČEZ. Dostupné z www: <<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/flash-model-jak-funguje-vodni-elektrarna.html>>

- [16] Wikipedie [online]. 2011. Wikipedie. Dostupné z [www:](http://cs.wikipedia.org/wiki/)
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/>>.
- [17] Biom [online]. 2011 [cit. 2011-04-15]. Dostupné z [www:](http://www.biom.cz) <<http://www.biom.cz>>.
- [18] Noskievič, P., Kaminský, J., Reálné možnosti obnovitelných zdrojů v České republice (Fakta proti mýtům o obnovitelných zdrojích 2), Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum, 2005
- [19] SolarHit. *Solární rádce* [online], poslední aktualizace 3. 5. 2010. [cit. 2010-6-3]. Dostupné z [www:](http://www.solarhit.cz/data/USR_040_DEFAULT/solarni_radce.pdf)
<http://www.solarhit.cz/data/USR_040_DEFAULT/solarni_radce.pdf>
- [20] Kolektiv autorů: Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice. ČEZ, Praha, 2003
- [21] Claverton energy research group [online]. 2011 [cit. 2011-05-2]. Dostupné z [www:](http://www.claverton-energy.com/carbon-footprints-of-various-sources-of-heat-chpdh-comes-out-lowest.html)
<<http://www.claverton-energy.com/carbon-footprints-of-various-sources-of-heat-chpdh-comes-out-lowest.html>>